

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

**EFEECTO DEL NITRÓGENO SOBRE EL COMPORTAMIENTO
PRODUCTIVO DEL NAPIER MORADO**

Pennisetum purpureum



DANIEL VICENTE MACZ PAAU
GUATEMALA, FEBRERO DE 2002

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

**"EFECTO DEL NITRÓGENO SOBRE EL
COMPORTAMIENTO**

PRODUCTIVO DEL NAPIER MORADO

Pennisetum purpureum"

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

DANIEL VICENTE MACZ PAU

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADEMICO DE:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, FEBRERO DE 2002

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	Dr. Mario Llerena
SECRETARIO	Lic. Robin Ibarra
VOCAL I	Lic. Carlos Saavedra
VOCAL II	Dr. Fredy González
VOCAL III	Lic. Eduardo Spiegel
VOCAL IV	Br. Manuel Francisco Arenas
VOCAL V	Br. Edwin Alejandro Chávez

ASESORES

Ing. Agr. Zoot. Miguel Ángel Gutiérrez Orellana

Lic. Zoot. Jubitz Contreras

Lic. Zoot. Isidro Miranda Méndez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,
PRESENTO**

A VUESTRA CONSIDERACIÓN EL TRABAJO DE TESIS TITULADO

**"EFECTO DEL NITRÓGENO SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL NAPIER MORADO
Pennisetum purpureum"**

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR

AL TITULO PROFESIONAL DE

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

TESIS QUE DEDICO

- A DIOS** Ser Supremo que me iluminó y oriento espiritualmente como el mejor guía en mi vida.
- A LA VIRGEN MARIA
Y
SEÑOR DE TRUJILLO** Por escuchar mis plegarias y hacer realidad el sueño más grande de mi Madre.
- A MI PADRE** Dr. Federico Macz. (Q.E.P.D.) Que en la inmensidad de lo infinito siempre me apoyo.
- A MI MADRE** Carmen Paau por ser ese amor superior que no se vende, que no se compra, que te respeta, que te perdona, que sufre por dentro lo que otros gozan, que en silencio siempre ora, que no te olvida ni te abandona. Por ser ese ejemplo de lucha y entrega ante todo obstáculo, este triunfo es tan solo tuyo Viejita, MIL GRACIAS.
- A MI HERMANO** Federico Macz por su apoyo y comprensión a lo largo de mi carrera.
- A MARIANA
ROSALES** Por haber luchado por los mejores intereses vida, sin importarle las circunstancias, pues siempre fue ese apoyo, brindándome valor para todas esas situaciones difíciles.
- A MIS ABUELOS** Flores sobre sus tumbas. Q.E.P.D.
- A MIS TIOS Y TIAS** Por su cariño y apoyo.
En especial a Ernesto Caal, Ribertina Macz de Caal y Margarita Macz de Revolorio.

A MIS PRIMOS (AS) **Por su amistad y cariño.
En especial a los hermanos Sierra Macz**

A LA FAMILIA
ROSALES RAMAZZINI **Por su apoyo en esos momentos duros de
mi carrera.**

A MIS AMIGOS **Julio Santizo, Miguel De Leon Regil y
Dourglas Galdámez, por su invaluable y
verdadera amistad.**

A MIS AMIGAS **Alejandra, Waleska, Chocho, Nancy, Kenya,
Ligia y Lucy, por su apoyo y amistad.**

A MIS ASESORES **Ing. Agr. Zoot. Miguel Ángel Gutierrez
Lic. Zoot. Jubitza Contreras
Lic. Zoot. Isidro Miranda
Gracias a ustedes por brindarme sus
conocimientos y apoyo, en especial al Ing.
Miguel Ángel Gutierrez.**

AGRADECIMIENTO

A DIOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A LA ESCUELA DE ZOOTECNIA

A LA FINCA SAN JULIAN

A LOS PROFESIONALES Lic. Luis Corado, Lic. Marco Vinicio De La Rosa, Lic. Raúl Villeda, Ing. Gilberto Santa Maria, Lic. Enrique Corzantes, Lic. Nancy Paiz, Dr. Hiram Ordóñez por su apoyo durante la carrera.

AL Lic. MIGUEL RODENAS Por su valioso apoyo durante mi carrera.

A LIGIA HERNÁNDEZ Por su apoyo, comprensión e interés por alcanzar esta meta.

A LAS SECRETARIAS Miriam, Xiomara, Verónica, y Marina.

A MIS COMPAÑEROS Gabriel Martínez, Con Aprecio Pablo, José Carlos, Luis Carlos, Guillermo, Nelson, Tono, Carlos y Juan José.

A MIS AMIGAS Pahola, Ericka, Barbara, Vania, Stephany, Sylvanna, Rosa, Deborah, Andrea, Lesly, Djanira y Gaby.

A TODAS LAS PERSONAS QUE DESINTERESADAMENTE COLABORARÓN DURANTE MI CARRERA Y TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, YA QUE SIN ELLOS NO HUBIESE SIDO POSIBLE ESTE LOGRO.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	3
III.	OBJETIVOS	4
3.1	General	4
3.2	Específicos	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1	Nombre científico y sinónimos	5
4.2	Adaptabilidad	5
4.3	Fertilización nitrogenada y producción de materia seca	5
4.4	Producción y contenido de proteína cruda	8
4.5	Digestibilidad y valor nutritivo	10
4.6	Altura e intervalo entre cortes	11
V.	MATERIALES Y METODOS	
	13	
5.1	Localización y descripción del área	13
5.2	Metodología	13
5.3	Diseño del experimento y tratamientos	15
5.4	Variables evaluadas	16
5.5	Análisis estadístico	16
5.6	Análisis económico	17
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
6.1	Rendimiento	19
6.2	Tasa de crecimiento	21
6.3	Proteína cruda	23
6.4	Fibra ácido detergente	25
6.5	Análisis económico	26

VII. CONCLUSIONES	30
VIII. RECOMENDACIONES	31
IX. RESUMEN	32
X. BIBLIOGRAFÍA	34
XI. ANEXOS	38

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país tropical donde la ganadería constituye un renglón muy importante dentro de las actividades agrícolas para el desarrollo del país; considerando que uno de los factores limitantes de dicha actividad, es la baja productividad y calidad forrajera de algunas gramíneas, asociada entre otras cosas al uso poco frecuente de especies mejoradas, al manejo inadecuado de las pasturas desde su establecimiento, y al poco uso de prácticas como fertilización, riego y otras de manejo, que se deben implementar para corregir dichas deficiencias.

El incremento en la producción ganadera se puede lograr en parte mediante la utilización de especies forrajeras superiores de corte, existiendo en nuestro medio materiales de napier de alta productividad, como Costa Rica, King Grass, Texas 857, Enano y Taiwán 146, siendo el primero el más difundido; también existen otros que no se han explotado o de los cuales no se tiene información local suficiente, que permita establecer si son de gran potencial, dentro de los cuales se puede mencionar el Napier Morado, aunado al problema de desconocimiento de origen y entrada del material al país.

Los suelos dedicados a ganadería y agricultura a lo largo del tiempo disminuyen su fertilidad, especialmente por restricciones que se presentan en algunos de sus elementos para alcanzar altos rendimientos. Diferentes estudios evidencian un aumento en la producción forrajera mediante la adición de

fertilizantes, siendo el pasto Napier una de las especies que mejor responden a la fertilización en general y en especial a la nitrogenada, llegándose a incrementar el rendimiento y la calidad del forraje obtenido, y de esa manera la disponibilidad de alimentos para bovinos.

Basado en lo anterior, es indispensable indicar que la búsqueda de recursos nuevos con posibilidades de mayor potencial productivo y nutricional se constituye en una necesidad imperativa, con lo cual se pueda asegurar elevar aún más la producción, motivación que originó la idea de realizar el presente estudio, en donde se evaluó el pasto Napier Morado (*Pennisetum purpureum*) bajo diferentes niveles de fertilización nitrogenada, comparándolo con Napier Costa Rica, para establecer su potencial forrajero y su óptimo económico productivo.

II. HIPÓTESIS

El nivel de aplicación de nitrógeno afecta el rendimiento, tasa de crecimiento y contenidos de proteína cruda y fibra ácido detergente del forraje producido de Napier Morado.

III. OBJETIVOS

3.1 General Ampliar y profundizar en el estudio de recursos forrajeros en el país a fin de incrementar la disponibilidad de alimentos para bovinos.

3.2 Específicos Determinar el efecto de aplicar seis niveles de nitrógeno en el rendimiento de materia seca, tasa de crecimiento y contenidos de proteína cruda y fibra ácido detergente del pasto Napier Morado.

Comparar los valores de las variables respuesta estudiadas entre Napier Morado y Napier Costa Rica.

Analizar económicamente los resultados en términos de punto óptimo económico.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Nombre científico y sinónimos.

El nombre científico de la planta es, *Pennisetum purpureum* , Schumach. Algunos de sus sinónimos son los siguientes, Napier, Elefante, Gigante, Merker, Merkeron, Patiño, entre otros (Morales, 1993).

4.2 Adaptabilidad.

El pasto napier crece en zonas comprendidas desde cero hasta los 2,200 msnm, siendo su mejor rango de adaptación entre 0 y 1,000; su zona de confort térmico es de 18 a 30°C, siendo la más adecuada alrededor de 24°C; resiste condiciones de sequía y humedad altas, comportándose adecuadamente en suelos de pH bajo y baja fertilidad y en lugares con precipitación pluvial de 800 a 4,000 mm/año (Gutiérrez, 1987).

4.3 Fertilización nitrogenada y producción de materia seca.

El pasto napier responde positivamente a las aplicaciones de fertilizantes siendo entre las gramíneas una de las que mejores resultados obtiene en cuanto a producción y calidad del forraje bajo esta práctica aún a dosis altas, pero de hecho aplicaciones mayores de 50 kg N/ha/corte no resultan recomendables, o bien dosificaciones arriba de 450 kg N/ha/año (Checa, 1982).

Faria *et al* (1997) indican que la máxima eficiencia en la utilización del nitrógeno se obtiene con dosis de 150 kg N/ha/año observándose una disminución con el incremento del nivel de nitrógeno aplicado.

Machado y Gerardo (1979) lograron producciones superiores a 30 t de M.S./ha/año al aplicar 350-400 kg N/ha/año y riego adecuado con pasto elefante comparado con rendimientos de 16-25 t MS/ha/año sin fertilización nitrogenada.

Roldan *et al* (1988) realizaron un estudio en el ICTA Jutiapa con cuatro variedades de Napier (Costa Rica, King Grass, Taiwan 147 y Texas 857) bajo cuatro dosis de nitrógeno (0, 25,50, 75 kg N/ha/corte) y tres cortes; obteniendo las mejores producciones con las dosis de 50 y 75 kg N/ha/corte (6970.53, 6591.92 kg M.S./ha/corte respectivamente), y siendo las variedades Costa Rica y Texas 857 superiores a King Grass, mientras que Taiwan 147 tuvo un comportamiento intermedio.

Vargas *et al* (1988) evaluaron en el ICTA Cuyuta las variedades de Napier King Grass, Costa Rica, Texas 857 y Taiwan 147 con cuatro niveles de nitrógeno 0, 25, 50, 75 kg/ha/corte y seis cortes cada siete a ocho semanas. Los resultados indicaron que las mejores variedades fueron King Grass y Costa Rica obteniendo como rendimiento promedio 11306 y 11053 kg M.S./ha, y que el mismo en todas las variedades tiende a aumentar en función del nivel de nitrógeno aplicado pero su eficiencia de utilización disminuye al incrementarse su nivel; por lo cual recomiendan utilizar la variedad Costa Rica fertilizada con niveles entre 25 y 50 kg N/ha/corte por

razones de disponibilidad de semilla en el país y por economía en el uso de fertilizante.

Lotero *et al* (1988) evaluaron pasto elefante para determinar la mejor fuente de nitrógeno y método de aplicación, así mediante la interacción de estos factores determinar la dosis más adecuada de nitrógeno. Las dosis de nitrógeno estudiadas fueron 50 y 150 kg N/ha/corte, siendo las fuentes utilizadas nitrato de sodio, sulfato de amonio y urea; los métodos de aplicación fueron al voleo, en corona alrededor del material y en bandas; siendo el tipo de suelo aluvial donde se realizó el experimento. Los resultados indicaron que no existió diferencia significativa en producción de forraje seco por efecto de las distintas fuentes empleadas; debido a su menor costo y mayor facilidad de adquisición, se debe emplear urea como fuente de nitrógeno, la aplicación de 150 kg/N/ha después de cada corte aumento los rendimientos en forma significativa en comparación con la dosis de 50 kg N/ha; sin embargo, recomiendan desde un punto de vista económico no aplicar más de 50 kg N/ha; en cuanto a los métodos de aplicación empleados todos fueron igualmente efectivos.

Bastidas *et al* (1967) reportan aumentos en el rendimiento de pasto elefante con dosis hasta de 200 kg N/ha aplicadas cada 6 semanas y en base a los aumentos de rendimiento/kg de N aplicado recomiendan económicamente la dosis de 50 kg N/ha/corte.

El ICA (1967) evaluó dosis de nitrógeno desde 0 hasta 200 kg N/ha/corte en pasto elefante, observando que los rendimientos aumentaron al aplicarse dosis de

nitrógeno hasta 200 kg/ha/corte, obteniendo la mejor respuesta con dosis de 50 y 75 kg N/ha/corte.

Herrera y Lotero (1971) citados por Franco (1978), recomiendan no aplicar dosis de nitrógeno superiores a 100 kg N/ha/corte, considerando una dosis apropiada 50 kg N/ha/corte.

Franco (1978) evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y contenido de proteína cruda del pasto napier con dosis de 200 hasta 350 kg N/ha/año, concluyendo que la aplicación de nitrógeno aumenta la producción de materia seca en pasto napier y que no se justifica aplicaciones arriba de 300 kg N/ha/año pues con este nivel de fertilización y luego de 5 cortes cada 9 semanas obtuvo una producción promedio de materia seca de 8.66 t/ha/corte comparado con 4.81 del testigo y 8.45 t/ha/corte producidos con 350 kg N/ha/corte, mientras que el contenido de proteína cruda no varió según el nivel aplicado de nitrógeno debido a un intervalo largo entre cortes.

4.4 Producción y contenido de proteína cruda.

Velez-Santiago y Arrollo-Aguilú (1981) citados por Fuentes (1989), con intervalos de corte de 30, 45 y 60 días en 3 cultivares de pasto elefante obtuvieron contenidos promedios de proteína cruda de 15.8, 12.3 y 8.7%, respectivamente, lo que corresponde a producciones de proteína cruda/ha de 2.27, 3.28 y 4.21 t/año, bajo dosis de nitrógeno de 100, 200, 300 kg N/ha/año. A la vez, Vélez-Santiago *et*

al (1983) encontraron un contenido y producción de proteína cruda de 11.44% y 4.73 t/ha/año, en las variedades Merkeron y Patiño cuando estos fueron cosechados cada 50 días.

El ICA (1966) evaluó niveles de fertilización nitrogenada de 0, 25, 50, 75, 100, 125 y 150 kg N/ha a 5 frecuencias de corte de 4, 6, 8, 10 y 12 semanas sobre el porcentaje de proteína cruda del napier obteniéndose los mejores resultados con niveles de 50 kg N/ha siendo éstos 7.26, 10.86 y 6.41 % de proteína cruda en cortes a 4, 6 y 8 semanas, respectivamente.

Franco (1978) en un estudio realizado en Zacapa concluye que la fertilización nitrogenada en napier cosechado a las 9 semanas, no incrementó el porcentaje de proteína cruda pero si la producción total de la misma, debido más que todo al incremento en la producción de materia seca del forraje.

En Gainesville (Florida) Boddorff y Ocumpaugh (1986), evaluando napier Costa Rica bajo cuatro dosis de nitrógeno 0, 75, 150 y 225 kg N/ha/corte y utilizando como fuente nitrato de sodio obtuvieron contenidos de proteína cruda de 14 y 13.5% en rebrotes de 35 y 50 días respectivamente, siendo el mejor tratamiento 75 kg N/ha/corte.

En un estudio realizado por Kayongo-Male *et al* (1976) se encontraron grandes variaciones en el contenido de proteína cruda, los cuales estuvieron entre

12.6 y 22.5% en rebrotes de 30 días de edad bajo fertilización nitrogenada en niveles de 100 a 400 kg N/ha/corte.

4.5 Digestibilidad y Valor Nutritivo.

Andrade y Gomide (1971) afirman que al aumentar la edad de corte en Pennisetum la digestibilidad *in vitro* de la materia seca disminuye, obteniéndose resultados de 50.3, 40.3, 36.9, 32.4, 24.3, 24.5 y 22.1% cuando usaron edades de corte de 28, 56, 84, 112, 140, 168 y 196 días, respectivamente.

Fuentes (1989) reporta que Kayongo-Male *et al* (1976) encontraron en una muestra de 22 materiales de Pennisetum, coeficientes de digestibilidad *in vitro* de la materia seca que variaron entre 42.6 y 63.8% en rebrotes de 30 días de edad.

Velez-Santiago y Arrollo-Aguilu (1981) al evaluar 7 diferentes cultivares de napier, los mejores coeficientes de digestibilidad de la materia seca, se encontraron en las variedades Costa Rica y Patiño con valores de 54.46 y 57.87% cuando éstos fueron cosechados a intervalos de 45 días y fertilizados con urea.

Las digestibilidades *in vitro* de la materia seca del pasto napier obtenidas por Santana *et al* (1985) utilizando corderos, fueron de 60.1 y 57.3% en rebrotes cortados cada 55 días durante la época lluviosa y 84 en la seca, respectivamente.

4.6 Altura e Intervalo entre cortes.

Gutiérrez (1987) concluye que el manejo generalizado de esta forrajera se caracteriza por realizar cortes cada 50 a 70 días, aunque muchas veces en esta etapa ha perdido gran parte de su valor nutricional, presentando contenidos muy bajos de proteína cruda (3-5%) y digestibilidades reducidas (40-45%), pero si se le corta más temprano, entre 3 y 7 semanas o bien cuando las plantas alcancen de 1 a 1.20 m de altura es posible obtener un forraje con más del 10% de proteína cruda y mayor digestibilidad al 58%. El corte debe efectuarse al ras del suelo.

Corado *et al* (1989) obtuvieron rendimientos promedio de materia seca de napier en cultivo asociado con kudzú en Nueva Concepción, Escuintla, de 3.2 t/ha con cortes cada 6 semanas a 4.7 t/ha con cortes cada 8 semanas, por lo que concluyen que la mayor producción de materia seca en el asocio de napier-kudzú se obtuvo con la frecuencia de corte cada 8 semanas, independientemente de la fertilización.

Morales (1993) concluye que si el pasto napier se corta muy temprano puede perderse la plantación y, sí por el contrario, los cortes se retrasan mucho, los tallos se lignifican; recomienda entonces que el mejor aprovechamiento del pasto es cuando está de metro y medio de altura que es más o menos entre 6 y 8 semanas.

Bastidas *et al* (1967) evaluaron cortes a las 3, 6 y 9 semanas en napier Costa Rica obteniéndose mayores porcentajes de proteína cruda y digestibilidad a las 6 semanas con un nivel de fertilización nitrogenada entre 50 y 100 kg N/ha/año.

Machado y Gerardo (1983), citados por Fuentes (1989), determinaron al evaluar las variedades Taiwan, Enano y Merkeron, un rendimiento promedio de 13.93, 19.38 y 18.91 t de M.S./ha/año utilizando frecuencias de corte de 35, 49 y 56 días, respectivamente.

Fuentes (1989) reporta que Velez-Santiago y Arrollo-Aguilu (1981) encontraron con frecuencias de corte de 30, 45 y 60 días, rendimientos de 14.65, 26.77 y 48.88 t de M.S./ha/año.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización y descripción del área.

El presente estudio se realizó en la Finca San Julián, propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, situada en el municipio de Patulul, departamento de Suchitepéquez, a

126.6 Km de distancia de la capital sobre la carretera que de la Costa Sur sube a San Lucas Tolimán, con ubicación geográfica de 14°25'16" Latitud Norte y 91°09'36" Longitud Oeste. Según De La Cruz (1982) se caracteriza por pertenecer a una zona de vida de bosque muy húmedo subtropical (cálido); con una precipitación pluvial media anual de 3,559 mm distribuida a lo largo de todo el año pero principalmente en los meses de abril a noviembre; una temperatura promedio anual de 23.8°C y a una altitud de 425 msnm, con topografía ondulada.

El suelo del área donde se llevó a cabo el experimento es profundo, bien drenado, de topografía plana, textura franco arenosa y estructura granular, .

5.2 Materiales y Métodos.

Inicialmente se tomaron muestras de suelo del área del experimento para realizar un análisis en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y así detectar deficiencias de algún elemento mineral para corregir y no limitar la respuesta a las aplicaciones de nitrógeno; los resultados indicaron un pH de 6.6 y un contenido mineral de 168 mg/kg de potasio (160-190 mg/kg ideal) y 287 mg/kg de potasio (560-600 mg/kg ideal) es decir existía un nivel bajo de potasio, por lo cual se hizo una fertilización con muriato de potasio (50 kg K/ha) a fin de corregir la deficiencia existente y de esa forma tener niveles adecuados de minerales en dicho suelo para garantizar una respuesta adecuada a la aplicación del fertilizante nitrogenado.

La preparación del suelo consistió en un paso de arado y dos de rastra. Posterior a la preparación de la tierra se sembró (05-06-99) utilizando material vegetativo de Napier Morado y Costa Rica; hubo necesidad de efectuar una resiembra para mayor uniformidad entre parcelas. El período de establecimiento fue de 3.5 meses tomándose la decisión del corte de uniformización de acuerdo al grado y homogeneidad de crecimiento del material (20-09-99); luego del corte de uniformidad se aplicaron los distintos tratamientos, realizándose el primer corte a los 45 días (04-11-99), repitiéndose esto hasta cumplir con siete cortes, en cada uno de los cuales se evaluaron las diferentes variables en estudio. La duración total del estudio fue de 16 meses comprendidos desde selección del sitio donde se obtuvo el material para siembra hasta el último corte. La fuente nitrogenada utilizada fue urea, siendo aplicada en bandas. El sistema de riego fue por gravedad (2 veces/semana por 4 horas), el cual fue un factor limitante en ciertos períodos de la época seca debido a un menor tiempo y cantidad de agua para riego. En relación al control de malezas, éste se hizo de forma manual en el corte de uniformización y luego posterior a cada corte, y en forma química a partir del tercer corte utilizándose para dicho control Paracuat (20 cc/bomba 16 galones), el cual fue efectivo en malezas de hoja ancha, pero se dio también incidencia elevada de malezas gramíneas.

5.3 Diseño del experimento y tratamientos.

El diseño utilizado para el presente estudio fue completamente al azar en arreglo simple, consistente en 7 tratamientos con 4 repeticiones, siendo la unidad experimental una parcela de 30 m².

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

TRATAMIENTO	DOSIS (kg. N/ha/corte)	DOSIS (kg. N/ha/año)
1*	0	0
2*	30	240
3*	60	480
4*	90	720
5*	120	960
6*	150	1200
7**	50	400

* Napier Morado

** Napier Costa Rica

El área total del experimento fue de 900m² divididos en 28 parcelas con 6 surcos de 6 metros de largo y separados entre sí por caminos de 1 metro. Los 2 surcos de la orilla fueron tomados como efecto de borde y se dejaron 0.50 m en los extremos de cada parcela, siendo así las parcelas útiles de 20 m² (4x5m).

5.4 Variables Evaluadas

5.4.1 Rendimiento, t M.S./ha/corte y total (315 días).

5.4.2 Tasa de crecimiento, kg/ha/día.

5.4.3 Contenido de proteína cruda (%).

5.4.4 Contenido de fibra ácido detergente (%FAD).

5.4.5 Conteo de plantas/unidad experimental (parcela útil) como covariable.

5.5 Análisis Estadístico

Debido a que hubo gran heterogeneidad en el número de plantas por unidad experimental, tanto dentro como entre tratamientos, se realizó un análisis de covarianza para la variedad Morada, donde las variables respuesta fueron rendimiento y tasa de crecimiento diaria y, la covariable, número de plantas/parcela útil. Al determinarse que la covarianza en todos los cortes fue importante ($P < 0.001$), el análisis de resultados se basó en las medias corregidas para ambas variables respuesta.

Para las variables, contenidos de Proteína Cruda y Fibra Ácido Detergente en Napier Morado se hizo un análisis de varianza, considerando el nivel de nitrógeno como tratamiento y los contenidos en esos componentes en los distintos cortes como repeticiones.

Para establecer la diferencia entre el comparador y la variedad morada, tanto en rendimiento y tasa de crecimiento diaria como sus contenidos de Proteína Cruda y Fibra Ácido Detergente se hizo mediante la prueba de contrastes ortogonales. Lo mismo se realizó para comparar entre el tratamiento nivel cero de nitrógeno versus los restantes niveles de nitrógeno en Napier Morado.

5.6 Análisis Económico

Al rendimiento total anual corregido de materia seca de Napier Morado se le hizo un análisis de regresión considerando:

$$X = \text{nivel de nitrógeno (kg/ha/año)} \quad Y = \text{rendimiento (kg M.S./ha/año)}$$

A fin de generar la función a utilizar en el análisis económico, el cual se hizo a través del cálculo del punto óptimo económico, se usó como modelo matemático la ecuación cuadrática:

$$Y = b_0 + b_1X - b_2X^2$$

Y su primera derivada :

$$b_1 - 2b_2X = \frac{P_x}{P_y}$$

las cuales se emplearon para el cálculo del punto óptimo económico, considerando:

- P_x = costo unitario de la unidad de nitrógeno (kg. de nitrógeno basado en el precio de la urea en el mercado local).
- P_y = costo de la unidad de producto obtenido (valor estimado del kilogramo de materia seca de Napier Morado, basado en el costo de repasto/vaca/mes en la región).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Rendimiento

El efecto de los niveles de nitrógeno sobre la producción corregida por covarianza del forraje/corte y total en Napier Morado, se presentan en la Tabla 1. Los rendimientos promedio en la variedad Morada, variaron de 1.09 a 2.26 t M.S./corte y de 7.67 a 15.84 t M.S./ha/total (315 días de evaluación).

TABLA 1. Rendimiento promedio/corte y total, para Napier Morado y Costa

Rica en función del nivel de nitrógeno aplicado (t M.S./ha).

Número de Corte/Fecha	DOSIS N, kg/ha/corte						
	0	30	60	90	120	150	50 (C.R.)**
1 (04-11-99)	1.11	2.01	2.03	2.39	2.37	2.34	2.29
2 (19-12-99)	0.90	0.76	0.93	0.73	0.89	0.75	2.59
3 (02-02-00)	0.64	1.22	1.48	1.97	1.89	2.07	2.71
4 (19-03-00)	0.91	1.76	1.56	2.22	2.29	2.37	2.94
5 (04-05-00)	1.11	1.22	1.51	2.09	1.80	2.76	3.38
6 (18-06-00)	1.24	1.78	2.29	2.89	2.55	2.91	3.82
7 (02-08-00)	1.76	1.65	2.08	2.53	2.34	2.64	2.68
Rend.Total (315 días)	7.67	10.4	11.88	14.82	14.13	15.84	22.80
Prom.	1.09e	1.49d	1.69c	2.12a	2.02b	2.26a	2.91

Números con diferente letra presentaron diferencia estadística (P<0.001)

** Napier Costa Rica no sujeto a análisis de covarianza

El análisis estadístico permitió establecer que, en Napier Morado a medida que aumentan los niveles de nitrógeno éste rindió más forraje; los datos muestran un rendimiento mayor en los tratamientos 90 y 150 kg N/ha/corte (P<0.001) se tuvo un coeficiente de variación de 15.29%.

El rendimiento por corte y total de M.S./ha, en Napier Morado es inferior al obtenido por Chavarría (2001), quien evaluando la misma variedad en Chiquimula, cortada cada 50 días y con niveles de fertilización nitrogenada desde 0 hasta 450 Kg N/ha/año, obtuvo rendimientos de 3.09 a 6.31 t M.S./ha/corte y entre 18.55 y 37.86 t M.S./ha/año. El menor rendimiento en el presente experimento se atribuye a la

limitación de agua para riego; a la presencia de malezas de hoja angosta compitiendo por los minerales del suelo a pesar de los controles de maleza químicos y manuales efectuados, aunado a un bajo contenido de potasio en el suelo del área experimental posiblemente por no haberse llegado a un nivel óptimo de este elemento en el suelo aún y cuando se corrigió la deficiencia del mismo previo al inicio del experimento.

En relación a la variedad Costa Rica, aún con un nivel menor de nitrógeno aplicado tuvo una producción de forraje mayor (2.91 t M.S./ha/corte y 22.80 t M.S./ha/año), lo cual significa que el Napier Morado fue menos rendidor en comparación con el Napier Costa Rica. Esto fue comprobado en base del análisis de contrastes ortogonales realizado, donde se determinó que la variedad Costa Rica tuvo una rendimiento mucho mayor con respecto a la variedad Morada ($P < 0.001$). Para esta diferencia no se tiene explicación que dar.

En general, los resultados de otros estudios, al evaluar la fertilización nitrogenada en el pasto napier (Costa Rica), muestran resultados superiores a los de esta investigación; como son los casos de Franco (1978) y de Vargas *et al* (1988), quienes en diferentes lugares y cosechando el pasto napier entre 45 y 60 días; obtuvieron rendimientos medios totales de 36.4 y 49.6 t M.S./ha/año, respectivamente.

6.2 Tasa de Crecimiento.

La adición de nitrógeno en Napier Morado y su efecto sobre la tasa de crecimiento diaria, son presentados como datos corregidos por covarianza en la Tabla 2. Los valores variaron de 24.3 a 50.0 kg M.S./ha/día, presentándose en general la tendencia de que a medida que se incrementa el nitrógeno aplicado, el rendimiento fue mayor ($P < 0.001$) y con un coeficiente de variación de 15.29%.

Los tratamientos: 90 y 150 kg N/ha/corte fueron los que tuvieron la mayor tasa de crecimiento, siendo sus valores promedio de 47.0 y 50.2 kg M.S./ha/día, respectivamente, los cuales son inferiores a los obtenidos por Rodríguez y Blanco (1970), citados por Fuentes (1989) quienes obtuvieron valores promedio de 54.4 a 89.4 kg M.S./ha/día al evaluar distintos cultivares de pasto elefante, con niveles de fertilización nitrogenada de 0 a 225 kg N/ha/corte y cosechados cada 60 días.

TABLA 2. Tasa de crecimiento corregida de Napier Morado bajo diferentes niveles de fertilización nitrogenada. (kg M.S./ha/día).

Número de Corte/Fecha	DOSIS N, kg/ha/corte						
	0	30	60	90	120	150	50 (C.R.)**
1 (04-11-99)	24.7	44.7	45.1	53.1	52.6	51.9	50.9
2 (19-12-99)	19.9	16.9	20.7	16.2	19.7	16.8	57.5
3 (02-02-00)	14.2	27.2	32.8	43.7	42.1	46.1	60.4
4 (19-03-00)	20.3	39.2	34.6	49.3	50.8	52.7	65.3
5 (04-05-00)	24.6	27.0	33.5	46.6	40.2	61.4	75.2
6 (18-06-00)	27.6	39.5	50.7	64.2	56.7	64.5	84.9
7 (02-08-00)	39.0	36.6	45.9	55.9	51.7	58.3	81.8

Prom.	24.3e	33.0d	37.6c	47.0a	44.8b	50.2a	67.9
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------

Números con diferente letra presentaron diferencia estadística (P<0.001)

** Napier Costa Rica no sujeto a análisis de covarianza

Por otro lado, el valor obtenido por Napier Costa Rica para la variable tasa de crecimiento diaria fue de 67.9 kg M.S./ha/día, dato superior a los obtenidos por los distintos tratamientos de la variedad Morada, y comprobada por el análisis de contrastes ortogonales (P<0.001).

Foster y Osorio (1990) citados por Carmona (1994), evaluaron diferentes cultivares e híbridos de Pasto Elefante, bajo una frecuencia de corte de 45 días sin fertilización, obteniendo un promedio diario de materia seca por corte de 35.4 kg/ha, valor que está por debajo de los obtenidos en la presente investigación con excepción del tratamiento 0 y 30 kg N/ha/corte, mientras que los demás tratamientos de la variedad Morada y comparador si obtuvieron valores superiores a los obtenidos por dichos investigadores, diferencia que se da debido a que en el estudio realizado por Foster y Osorio no aplicaron fertilizante.

6.3 Proteína Cruda.

En la Tabla 3 se muestran los contenidos promedio de proteína cruda en Napier Morado y Costa Rica con diferentes niveles de nitrógeno aplicados a lo largo de todos los cortes. En los datos se puede observar que el contenido de proteína cruda para la variedad Morada osciló entre 6.4 y 10.1%.

TABLA 3. Porcentaje de proteína cruda en Napier Morado y Costa Rica a diferentes dosis de fertilización nitrogenada.

Número de Corte	Dosis N, kg/ha/corte						
	0	30	60	90	120	150	50(C.R)**
1	6.6	6.2	8.3	8.5	9.2	9.9	11.1
2	6.8	6.7	8.5	8.5	9.1	9.5	11.7
3	6.2	6.2	7.9	8.7	9.3	9.9	12.1
4	5.7	6.1	7.9	8.1	9.1	9.2	11.9
5	6.6	6.7	8.5	9.1	9.7	9.9	13.1
6	6.7	6.9	8.6	8.4	9.8	10.9	12.8
7	6.1	7.9	8.1	8.1	9.1	11.2	12.6
Prom.	6.4c	6.8c	8.3b	8.5b	9.3a	10.1a	12.2

Números con diferente letra presentaron diferencia estadística (P<0.001)

** Napier Costa Rica no sujeto a análisis de covarianza

De acuerdo al análisis de varianza, se encontraron diferencias (P<0.001) entre tratamientos y un coeficiente de variación de 6.21%, siendo los tratamientos que recibieron 120 y 150 kg N/ha/corte los que presentaron un mayor porcentaje de proteína, y los niveles 0 y 30 kg N/ha/corte el menor contenido. También puede observarse un incremento en el contenido de proteína cruda en la variedad Morada a medida que se incremento el nivel de nitrógeno aplicado. El tratamiento comparador, presentó un porcentaje mayor de proteína cruda en relación a los distintos tratamientos de Napier Morado, con un valor promedio de 12.2%; estableciéndose diferencia con respecto a la Morada de acuerdo al análisis de contrastes (P<0.001).

Chavarría (2001), quien obtuvo un valor promedio de proteína cruda de 8.78% en Napier Morado cosechado cada 50 días, permite determinar que es un valor promedio en el porcentaje de proteína cruda en comparación con todos los niveles evaluados de Napier Morado en la presente investigación. Por otro lado, Velez-Santiago y Arrollo Aguilu (1981) citados por Fuentes (1989), quienes evaluaron 3 cultivares de pasto elefante con un intervalo entre cortes de 45 días y dosis de nitrógeno de 200 kg N/ha/año, obtuvieron un contenido promedio de proteína cruda de 12.3%, resultado únicamente similar al observado en el tratamiento comparador, (12.2% P.C.), mientras que los otros tratamientos con Napier Morado fueron inferiores.

6.4 Fibra Ácido Detergente

El efecto de diferentes niveles de nitrógeno en Napier morado y Costa Rica, sobre el contenido de fibra ácido detergente (FAD) se presentan en la Tabla 4. Los valores en la variedad Morada oscilaron entre 34.9 y 37.2%. De acuerdo al análisis estadístico no existió diferencia entre tratamientos ($P>0.001$), lo cual significa que la adición de fertilizante nitrogenado no afectó el contenido de fibra ácido detergente en la variedad Morada.

TABLA 4. Valores promedio de fibra ácido detergente en Napier morado y

Costa Rica con fertilización nitrogenada.(%)

Número de Corte	Dosis N, kg/ha/corte						
	0	30	60	90	120	150	50(C.R.)**
1	35.4	39.6	38.4	40.4	36.2	37.3	36.5
2	33.6	38.7	39.3	39.6	38.8	38.4	37.8
3	34.3	39.6	38.6	39.6	37.6	35.3	35.7
4	37.1	37.5	37.6	36.3	38.2	37.2	37.6
5	33.6	37.7	39.6	37.7	36.1	36.6	37.9
6	42.2	38.7	40.7	36.3	37.3	38.5	38.7
7	28.5	33.5	38.7	36.6	36.3	36.8	37.9
Prom.	34.9ns	37.9ns	38.9ns	38.0ns	37.2ns	37.2ns	37.5

ns = no diferencia significativa

** Napier Costa Rica no sujeto a análisis de covarianza

Referente al tratamiento comparador, este obtuvo un contenido promedio de fibra ácido detergente de 37.5%, no existiendo diferencia en comparación con los tratamientos evaluados en Napier Morado ($P > 0.001$).

Estos resultados, comparados con los reportados por Rodenas *et al* (1999), evaluando en el Laboratorio de Bromatología, diferentes muestras de Napier de distintas procedencias, reportan valores de FAD entre 41.8 y 53.5%, que son mayores a los obtenidos en este estudio.

Respecto a otras forrajeras de corte, como lo son maíz (32.2-42.1% FAD), kikuyu (35.9-37.1 %FAD), caña de azúcar (34.68-44.1 %FAD) y sorgo (35.3-60.8 %FAD); los valores de fibra ácido detergente de la variedad morada evaluada en el presente estudio se encuentran dentro de los porcentajes reportados para estos pastos.

6.5 Análisis Económico

Para efectuar este análisis, el rendimiento total de este experimento obtenido en 315 días de estudio, fue ajustado a un año calendario (365 días) como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Datos de niveles de nitrógeno (kg/ha/ corte y año) y rendimiento (kg M.S./ha/315 días y anual) en Napier Morado, utilizados en el análisis de regresión para el análisis económico.

Dosis (kg. N/ha/corte)	Dosis (kg. N/ha/año)	Rendimiento (kg M.S./ha/315Días)	Rendimiento (kg M.S./ha/año)
0	0	7670	8887
30	240	10400	12051
60	480	11880	13766
90	720	14820	17172
120	960	14310	16373

150	1200	15840	18354
-----	------	-------	-------

Partiendo de los rendimientos corregidos por covarianza y ajustados a un año y de los niveles totales de aplicación de nitrógeno/año, se obtuvo la ecuación cuadrática siguiente:

$$Y = b_0 + b_1X - b_2X^2$$

$$Y = 8974.3 + 13.602X - 0.005X^2$$

y una $R^2=0.96$ ($P<0.001$)

Al considerar confiable este resultado para determinar el punto óptimo económico se aplicaron los datos a su primera derivada:

$$\begin{array}{c}
 P_x \\
 b_1 - 2b_2X = \text{-----} \\
 P_y
 \end{array}$$

Considerando los valores siguientes:

- P_x = Precio de unidad de nitrógeno: Q4.30/kg. (Basado en un precio promedio de Q90.00/45.45 kg, obtenido en el mercado local de Patulul, Octubre 2001).

➤ P_y = Precio/kg de materia seca de pasto Q0.22 (partiendo de un cálculo del cobro por repasto mensual de ganado en el área de la finca y aledañas, de aproximadamente Q60.00/vaca/mes, octubre 2001).

➤ Por lo tanto: $X = \frac{19.55 - 13.602}{0.01} = 594.80 \text{ kg de nitrógeno.}$

0.01

➤ Lo que significa que el punto óptimo económico basado en los costos de fertilización y de repasto referidos en el presente estudio es aplicar 594.80 kg N/ha/año en Napier Morado, lo que traducido al precio actual en el mercado, significa un costo de Q2,560.11/ha/año de fertilizante.

➤ Chavarría (2001) con un nivel de 450 kg N/ha/año en la misma variedad, no alcanzó rendimientos decrecientes por lo que no pudo estimar el punto óptimo económico; eso significa que bajo las condiciones en que trabajo Chavarría pudo haberse llegado a niveles mucho mayores de aplicación de fertilizante. En el presente estudio la respuesta fue mucho menor a la aplicación de nitrógeno, por lo que los rendimientos decrecientes se alcanzaron antes.

VII. CONCLUSIONES

Luego de realizar el experimento y analizar los resultados puede concluirse que:

1. El nivel de aplicación de nitrógeno afectó el rendimiento, la tasa de crecimiento y el contenido de proteína cruda del Napier Morado, mientras que no a la variable fibra ácido detergente.
2. A medida que se incrementó el nivel de nitrógeno aplicado en Napier Morado se aumentó el rendimiento total, la tasa de crecimiento diaria y el contenido de proteína cruda de 7.67 a 15.84 t M.S./ha, de 24.3 a 50.2 kg M.S/ha/día y de 6.4 a

10.1%, respectivamente, durante los 315 días experimentales. El contenido promedio de fibra ácido detergente fue 37.3%.

3. Los tratamientos 90 y 150 kg N/ha/corte en la variedad Morada, produjeron los mayores rendimientos, total y de tasa de crecimiento diaria.
4. El Napier Costa Rica fue superior a la variedad Morada en rendimiento, tasa de crecimiento diaria y contenido de proteína cruda en todos los niveles de nitrógeno aplicados.
5. Bajo las condiciones de los cálculos en el presente estudio el punto óptimo económico de aplicación de nitrógeno en Napier Morado se alcanzó con 594.80 kg/ha/año.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Para la utilización óptima económica de la fertilización nitrogenada en Napier Morado, se recomienda utilizar un nivel de 594.80 kg N/ha/año.

2. Continuar con otras evaluaciones de respuesta a la aplicación de nitrógeno en Napier Morado bajo distintas condiciones de clima, suelo y manejo.

IX. RESUMEN

El presente ensayo se llevó a cabo en la Finca San Julián de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, localizada en el municipio de Patulul, departamento de Suchitepéquez, caracterizada como bosque húmedo subtropical cálido. El propósito fue determinar el efecto de aplicar distintos niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de materia seca por corte y total, tasa de crecimiento diaria y contenidos de proteína cruda y fibra ácido detergente en Napier Morado y Costa Rica.

La evaluación se realizó durante 16 meses comprendidos desde la selección del material para la siembra hasta el último corte, realizándose los cortes experimentales cada 45 días iniciándose estos luego de un corte de uniformización 3.5 meses posterior a la siembra. Se utilizó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones siendo los tratamientos utilizados en Napier Morado 0,30, 60, 90, 120 y 150 kg N/ha/corte y 50 kg N/ha/corte en Napier Costa Rica.

La producción total de materia seca y la tasa de crecimiento diaria en Napier Morado oscilaron entre 7.67 y 15.8 t M.S./ha y 24.3 y 50.2 kg M.S./ha/día, respectivamente, y para Napier Costa Rica fué de 22.8 t M.S./ha y 67.9 kg M.S./ha/día.

El análisis de varianza indicó diferencias entre tratamientos, mostrándose la tendencia que a mayor dosis de nitrógeno mayor rendimiento; siendo los tratamientos 90 y 150 kg N/ha/corte los que obtuvieron los rendimientos más altos ($P < 0.001$).

La proteína cruda se incrementó a medida que se aumentó el nivel de nitrógeno ($P < 0.001$), siendo los tratamientos 120 y 150 kg N/ha/corte los que tuvieron un mayor contenido, siendo nuevamente superados por el Napier Costa Rica. Para fibra ácido detergente no se detectaron diferencias ($P > 0.001$).

El punto óptimo económico de aplicación de nitrógeno en Napier Morado se alcanzó con 594.80 kg N/ha/año.

X. BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, I.F.; GOMIDE, J.A. 1971. Curva de crecimiento e valor Nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), A-146 Taiwan. Revista Cares. (Bra.). 18(100):431-147.
- BASTIDAS, A. *et al.* 1967. Frecuencia de corte y aplicación de nitrógeno en cuatro gramíneas de clima cálido. Agricultura Tropical. (Col.). 23(11):747-756. *In* Resúmenes Analíticos de Pastos Tropicales. (Col.). 3:208.
- BODDORF, D.; OCUMPAUGH, W.R. 1986. Forage quality of pearl millet-napier grass hybrids and dwarf napier grass. Soil and crop science society of Florida, Proceeding (EE.UU.). 46:170-177.

- CARMONA, E.A. 1994. Comparación de nueve cultivares y un híbrido de pasto elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) en el sur del lago de Maracaibo. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad de Zulia (Ven.) 5 (3) : 514-521.
- CHAVARRIA REYES, R.A. 2001. Efecto de la frecuencia de corte y la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad del napier *Pennisetum purpureum* (Schumach) variedad morada, en el municipio y departamento de Chiquimula. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 37p.
- CHECA ESPAÑA, J. 1982. Elefante *Pennisetum purpureum*. In RUIZ CAMACHO, R. 1983. Establecimiento y manejo de pastos y forrajes. 2 ed. Colombia, Temas de Orientación Agropecuario. p. 102-112.
- CORADO C., L.H. *et al.* 1989. Avances en la evaluación de frecuencias de corte y niveles de fertilización fosforada en el asocio de Napier (*Pennisetum purpureum, Schum*) con Kudzú (*Pueraria phaseoloide, Roxb*). In Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito en Guatemala. 1989. Guatemala, IICA. p. 60-69.
- CRUZ S., J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- FARIA, J.R.; GONZÁLEZ, B.; FARIA MÁRMOL, J. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el rendimiento total y distribución de hoja y tallo y material muerto de la materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum cv. Mott*). Revista Facultad de Agronomía (Ven.). 14(4):417-425.

FRANCO CORDÓN, F. 1978. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de materia seca y proteína del pasto napier (*Pennisetum purpureum*) en el trópico seco de Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 18 p.

FUENTES P., C.E. 1989. Establecimiento, producción, valor nutritivo y respuesta animal de diferentes cultivares de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). Colombia, CATIE. 23 p.

GUTIERREZ ORELLANA, M.A. 1987. Gramíneas y leguminosas forrajeras. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 30 p.

----- . 1996. Pastos y forrajes en Guatemala, su manejo y utilización base de la producción animal. Guatemala, Editorial E y G. 318p.

I.C.A. (COLOMBIA). 1966. Cursos de pastos y ganadería. Bogotá. Centro de Comunicaciones. p.12-17.

----- . 1967. Pastos y ganados para la costa atlántica. Bogotá. p. 35-39. (Boletín de divulgación no. 16).

KAYONGO-MALE, H. *et al.* 1976. Chemical composition and Digestibility of tropical grasses. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico. (P.R.). 60(2):186-200.

- LOTERO C., J.; RAMÍREZ P., A.; HERRERA P., G. 1988. Fuentes dosis y métodos de aplicación de nitrógeno en pasto elefante. Revista ICA. (Col.). 3(2):113-121. *In* Resúmenes Analíticos de Pastos Tropicales. (Col.). 3:60.
- MACHADO, R.; LAMELA, L.; GERARDO, J. 1979. Hierba elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach). Pastos y forrajes. (Cuba). 2(2):157-191. *In* Resúmenes Analíticos de Pastos Tropicales. (Col.). 4(3):3-4.
- MORALES DEL CID, A. 1993. Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). Guatemala, MAGA. 6 p.
- RODENAS ARGUETA, M.A. *et al.* 1999. Tablas de valor nutricional de alimentos para animales en Guatemala. DIGI/USAC/IIP. 123p.
- ROLDAN, G. *et al.* 1988. Respuesta de cuatro variedades de *Pennisetum spp* a la fertilización nitrogenada en Jutiapa (1986-1987). *In* Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito en Guatemala. 1988. Guatemala, IICA. p. 60-69.
- SANTANA, H. *et al.* 1985. Calidad y valor nutritivo de cinco gramíneas forrajeras. Pastos y Forrajes (Cuba). 8(3):435-447.
- VARGAS, H. *et al.* 1988. Respuesta de cuatro variedades de *Pennisetum spp* a la fertilización nitrogenada en Cuyuta, Masagua, Escuintla (1986-1987). *In* Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito de Guatemala. 1988. Guatemala, IICA. p. 150-151.
- VÉLEZ-SANTIAGO, J.; ARROYO-AGUILÚ, J.A. 1981. Effect of three harvest

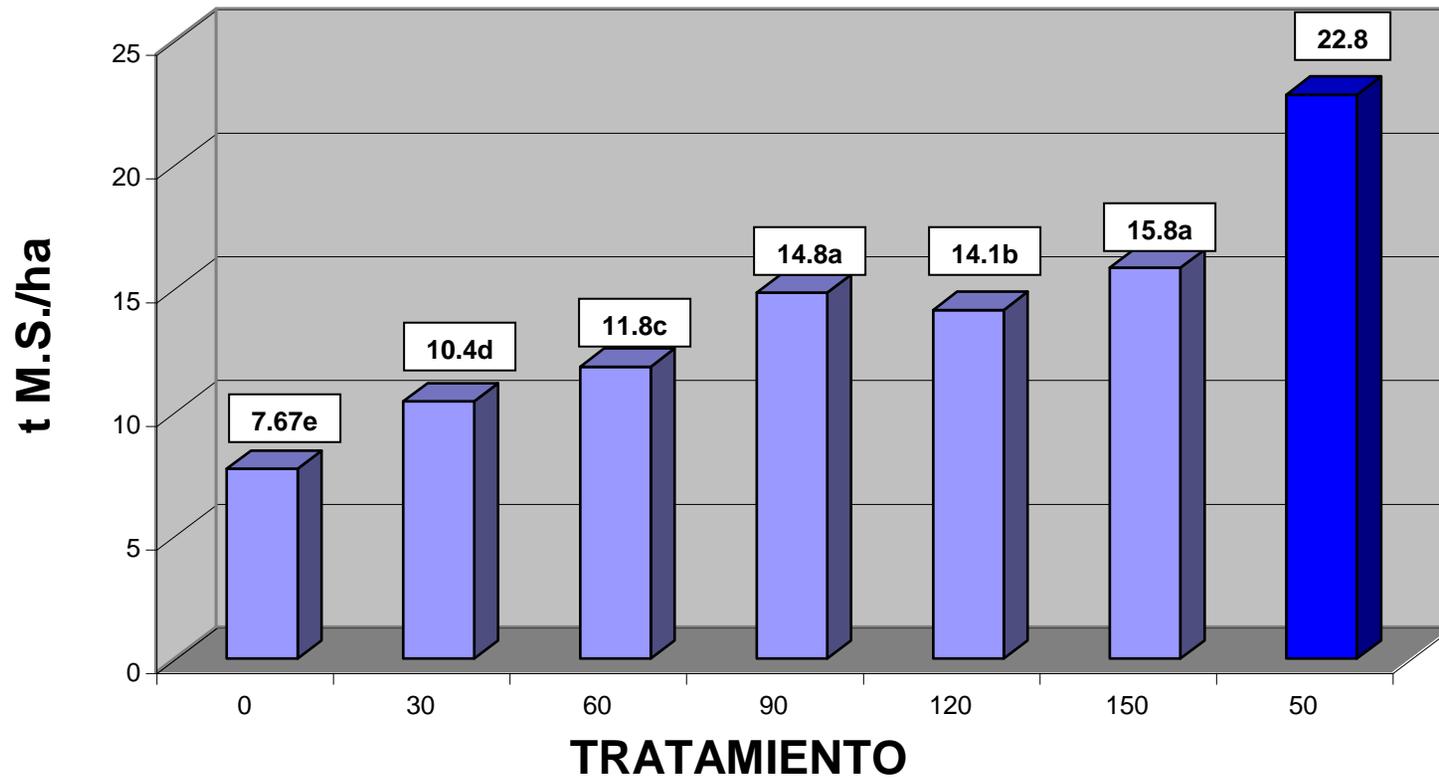
intervals on yield and nutritive value of seven napiergrass cultivars. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*. (P. R.). 65(2):129-137.

----- *et al.* 1983. Yield, crude protein, and chemical composition of five napiergrass cultivars on the Northwestern coastal plains of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*. (P. R.). 67(2):70-78.

XI. ANEXOS

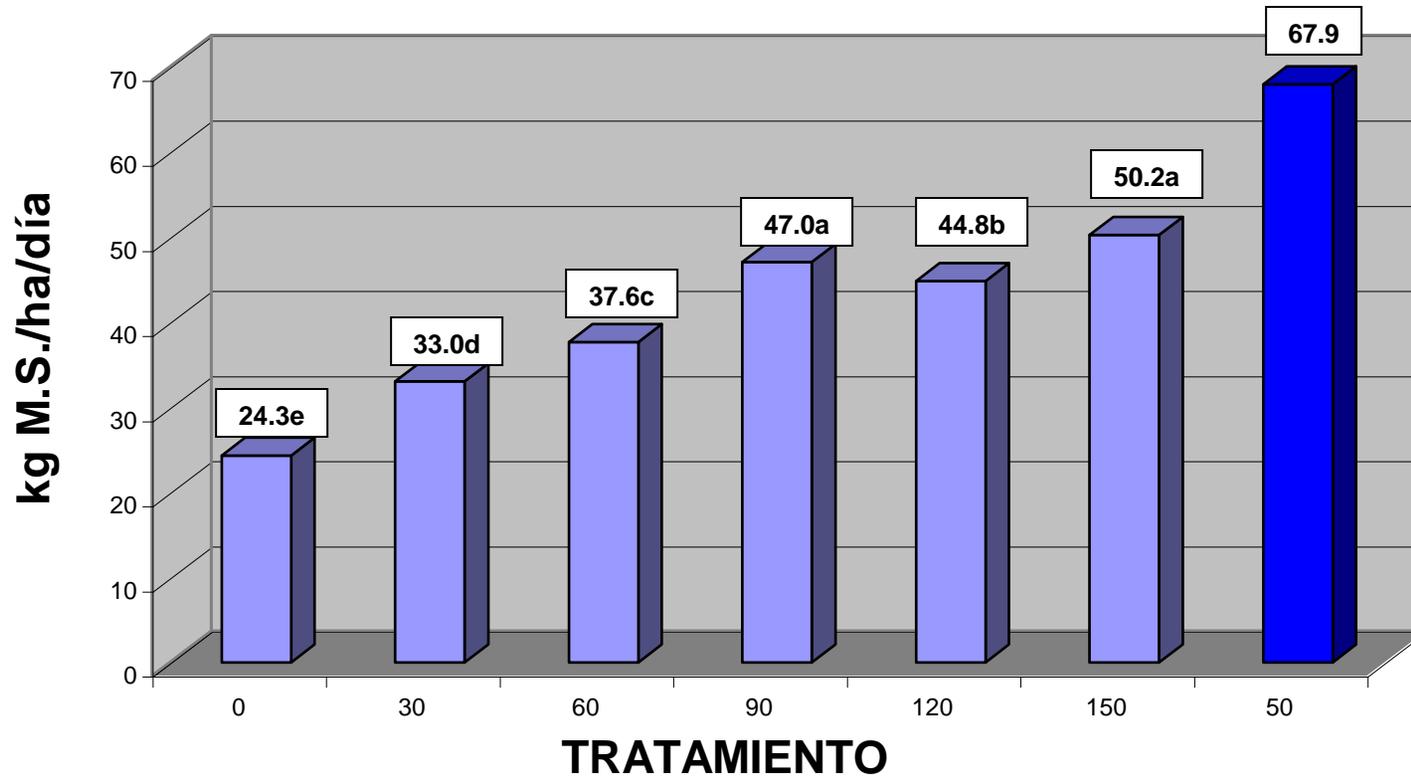
GRAFICA 1

RENDIMIENTO TOTAL DE MATERIA SECA DE NAPIER MORADO Y
COSTA RICA CON FERTILIZACIÓN NITROGENADA (t M.S./ha)

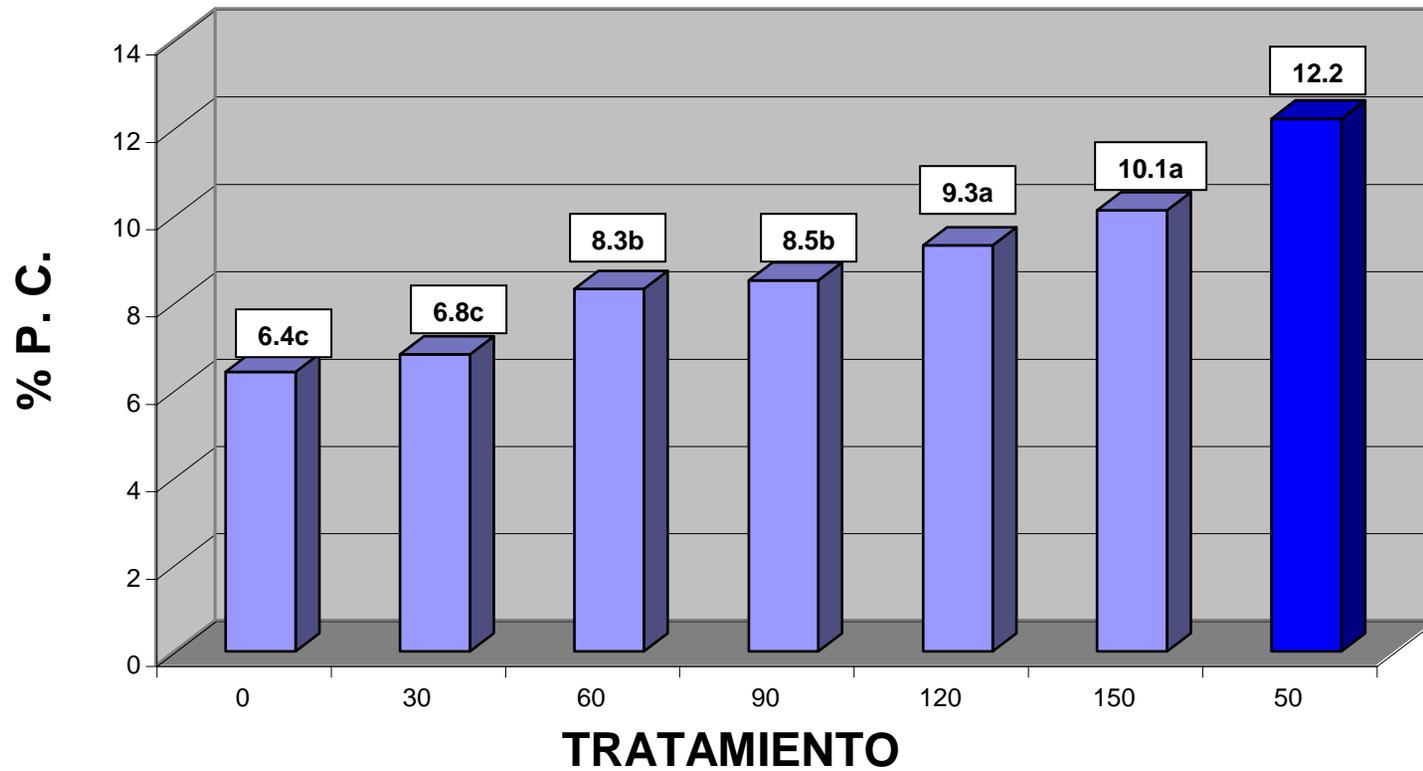


GRAFICA 2

TASA DE CRECIMIENTO DIARIA DE NAPIER MORADO Y COSTA RICA CON FERTILIZACIÓN NITROGENADA



GRAFICA 3
CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA EN NAPIER MORADO Y COSTA RICA CON FERTILIZACIÓN NITROGENADA



RENDIMIENTO ANUAL EN TONELADAS DE MATERIA SECA DE NAPIER MORADO

